

АНТИМИКРОБНЫЕ СВОЙСТВА НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ПЛАЗМЕННЫХ КОНДЕНСАТОВ МЕДИЦИНСКИХ ИМПЛАНТАТОВ THE ANTIMICROBIAL PROPERTIES OF NANOSTRUCTURED PLASMA CONDENSATES ON MEDICAL IMPLANTS

Шамсутдинов И.И., Баязитова Л.Т., Гребенщикова М.М., Миронов М.М.

*Казанский национальный исследовательский технологический университет, Россия,
420015, Казань, К.Маркса 68, mironov.medinstrument@yandex.ru*

На медицинские имплантаты из титана наносили ионно-плазменной технологией покрытия на основе нитридов гафния. Исследовали элементный состав, свойства покрытий в условиях изгиба, а также многослойную структуру и топографию поверхности. Установлены антимикробные свойства и отсутствие токсичности, разработаны методики испытаний. Coatings based on nitrides of hafnium were applied with ion-plasma technology on medical titanium implants. Elemental composition, properties of the coatings in terms of bending, the multilayer structure and the surface topography were investigated. The anti-microbial properties and absence of toxicity are determined. Testing methods are developed.

Конденсацию покрытий из металлической плазмы осуществили в атмосфере азота при давлении около 10^{-1} Па на установке с тремя электродуговыми испарителями. Покрытия характеризуются ровным соломенно-желтым цветом, металлическим блеском. При изгибе основы отслоение покрытия не наблюдается. Микротвердость покрытия достигала 14-30 ГПа, при толщине 2-5 мкм, а объем пор в покрытии не превышал 1-2% на толщине 2 мкм. Структура покрытия характеризуется столбчатыми кристаллами нитридов с характерным размером 20-50 нм и высотой в толщину покрытия. Срез покрытия по толщине ионным травлением установил многослойность покрытия, состоящего из нитридных слоев толщиной 20-30 нм и демпфирующих слоев меньшей толщины, обогащенных металлической составляющей.

Токсикологические и санитарно-химические исследования показали отсутствие токсичности титановых имплантатов с покрытием на основе HfN на длительных сроках контакта. Учитывая указания ГОСТ (ISO) 10993-2011, разработана методика оценки антимикробного эффекта. Испытания на грамположительных (стафилококк) и грамотрицательных (кишечная палочка) бактериях, а также микрогрибковой инфекции доказали наличие достоверно подтвержденного антимикробного эффекта от покрытия. Биосовместимость имплантата с покрытием может гарантировать отсутствие токсичности и сверхнизкая концентрация ионов гафния в 20 суточной водной вытяжке, составившая менее 10^{-9} моль/литр. Концентрация ванадия от основы имплантата-титана марки ВТ6 в водной вытяжке уменьшилась в 5 раз, что характеризует барьерный эффект покрытия, а незначительная миграция ионов титана и гафния – биосовместимость. К этому можно добавить отсутствие цитотоксичности по перевиваемым культурам в условиях их автономного роста на поверхности покрытия.